

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

**HORNICKO - GEOLOGICKÁ FAKULTA**

**INSTITUT GEODÉZIE A DŮLNIHO MĚŘICTVÍ**

**Geodetické zaměření inženýrských sítí a kanalizace během výstavby a  
následné vyhotovení dokumentace „Rychlostní cesta R1, NITRA, západ -  
SELENEC km 0,000 – 2,383“**

**Geodetic Survey of Engineering Networks and Sewerage During  
Construction for the Highway R1 Project, Nitra-West - Selenec (stat.  
0,000 km - 2,383 km)**

diplomová práce

Autor:

Bc. Peter Pavlík

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Václav Mikulenka, Ph.D.

Ostrava 2013

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Peter Pavlík**

Studijní program: N3646 Geodézie a kartografie

Studijní obor: 3646T007 Inženýrská geodézie

Téma: Geodetické zaměření inženýrských sítí a kanalizace během výstavby pro projekt rychlostní komunikace R1, Nitra-západ - Selenec (stan. 0,000 km - 2,383 km)  
Geodetic Survey of Engineering Networks and Sewerage During Construction for the Highway R1 Project, Nitra-West - Selenec (stat. 0,000 km - 2,383 km)

Zásady pro vypracování:

1. Zaměření inženýrských sítí a kanalizace
2. Vyhodnocení měřených dat
3. Zpracování dokumentace provedených geodetických prací

Seznam doporučené odborné literatury:

I 74.20.73.12.00 *Inštrukcia na práce v polohových bodových poliach*. Bratislava : ÚGKK SR, 1995.  
MICHALČÁK, O., STANĚK, V., VESELÝ, M. *Inžinierská geodézie II*. Bratislava : Alfa, 1990.  
MICHALČÁK, O., VOSIKA, O., VESELÝ, M., NOVÁK, Z. *Inžinierská geodézie I*. Bratislava : Alfa, 1985.  
S 74.20.73.11.00 *Smernice na spravovanie geodetických základov*. Bratislava : ÚGKK SR, 2007.  
STN 730422 *Presnosť vytyčovania líniových a plošných stavebných objektov*. ÚNM, 1999.  
ŠVÁBENSKÝ, O., FIXEL, J., WEIGEL, J. *Základy GPS a jeho praktické aplikace*. Brno : VUT v Brně, 1995.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Václav Mikulénka, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013

Ing. Pavel Černota, Ph.D.  
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.  
děkan fakulty

## Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité písemné podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 - školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečné, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.
- Bylo sjednáno, že VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2013

  
Bc. Peter Pavlík

## **Poděkování**

Chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Václavovi Mikulenkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a usměrňování, které mi byly poskytnuty při zpracování této diplomové práce.

Dále se chci poděkovat celé mé rodině a přátelům, kteří mne podporovali a pomáhali mi po celou dobu studia.

## **Anotace**

Má diplomová práce se zabývá vytyčováním a zaměřením inženýrských sítí a kanalizace na rychlostní silnici R1, včetně zpracování technické dokumentace po ukončení stavebních prací.

Dílčí kapitoly pojednávají o metodice geodetických prací souvisejících s výstavbou uvedené komunikace.

## **Klíčové slova:**

Inženýrské sítě, dokumentace skutečného provedení stavby (DSRS)

## **Summary**

My thesis deals with a focus ranging utilities and drainage on the expressway R1, including technical documentation after completion of construction works.

Sub- chapters on the methodology of geodetic works related to the construction of the road.

## **Keywords:**

Utilities, documentation of real realization

## Obsah

<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Inženýrská geodézie v investiční výstavbě.....</b>	<b>2</b>
1.1 Náplň inženýrské geodézie.....	2
1.2 Účastníci výstavby.....	3
<b>2. Stavba Rychlostní silnice R1, Nitra, západ - Selenec km 0,000 - 2,383.....</b>	<b>6</b>
2.1 Účel, cíle a zdůvodnění potřeby vybudování stavby.....	8
2.2 Organizační struktura geodetických autorit.....	9
2.3 Archivace dokumentace.....	9
2.4 Název souborů odevzdaných protokolů.....	10
2.5 Požité geodetické standardy a závazná legislativa na stavbě.....	10
<b>3. Projekt inženýrských sítí a kanalizace na rychlostní silnici R1.....</b>	<b>11</b>
3.1 Základní údaje stavebních objektů.....	11
3.2. Projekt silniční kanalizace.....	12
3.3 Projekt Informačního systému.....	15
<b>4. Postup při vytyčení a zaměření stavby inženýrských sítí a kanalizace.....</b>	<b>17</b>
4.1 Rekognoskace terénu.....	17
4.1.1 Způsoby určení polohy bodů vytyčovací sítě.....	18
4.1.2 Přesnost polohového určení bodů vytyčovací sítě metodou GNSS.....	20
4.1.3 Výškové určení bodů vytyčovací sítě metodou PN.....	21
4.2 Zaměření původního terénu.....	23
4.2.1 Použitá metoda při zaměření terénu.....	23
4.2.2 Slovenská prostorová observační služba GNSS – SKPOS.....	24
4.3 Vytyčení inženýrských sítí a kanalizace.....	26
4.4 Geodetické činnosti během stavby.....	27
4.5 Porealizační zaměření inženýrských sítí a kanalizace.....	28

4.5.1 Metoda měření a určení stanovišť.....	30
4.5.2 Trigonometrické určení výšek.....	31
4.6 Analýza přesnosti vytyčovacích a kontrolních měření.....	33
4.7 Použité měřické přístroje.....	34
4.7.1 GPS Leica Smart Rover 1200.....	34
4.7.2 Totální stanice Leica TCR 1203.....	36
<b>5. Zpracování naměřených dat a vyhotovení dokumentace.....</b>	<b>38</b>
5.1 Postup zpracování naměřených dat.....	38
5.2 Vyhotovení číselné a grafické dokumentace.....	39
<b>6. Závěr.....</b>	<b>42</b>
<b>7. Seznam použité literatury.....</b>	<b>43</b>
<b>8. Seznam obrázků.....</b>	<b>44</b>
<b>9. Seznam tabulek.....</b>	<b>45</b>
<b>10. Seznam příloh.....</b>	<b>46</b>

## **Seznam použitých zkratk**

RC - Rychlostní silnice

HGS - Hlavní geodet stavby

HGU - Hlavní geodet úseku

HGD - Hlavní geodet dodavatele

GA - Geodetický archiv

S-JTSK - Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

ETRS89 - Evropský terestrický referenční systém 1989

Bpv - Balt po vyrovnání

ZVS - Základní vytyčovací síť

LVS - Lokální vytyčovací síť

PVVS - Podrobná výšková vytyčovací síť

DSRS - Dokumentace skutečného provedení stavby

ISRC - Informační systém Rychlostní silnice

DTM - Digitální model terénu

k.ú. - Katastrální území

ŠPS - Státní prostorová síť

ZPBP - Základní polohové bodové pole

PPBP - Podrobné polohové bodové pole

PN - Přesná nivelace

GNSS - Global Navigation Satellite System - Globální navigační satelitní systém

RTK - Real Time Kinematic - fázové měření v reálném čase

SKPOS - Slovenská prostorová observační služba



## Úvod

Náplní mé závěrečné práce bylo řešení problematiky inženýrských sítí a kanalizace na úrovni inženýrské geodezie. Mou úlohou z hlediska geodeta zhotovitele bylo vytýčení trasy informačního systému ISRC a jednotlivých stok kanalizace na stavbě: „Rychlostní cesta R1, NITRA, západ - SELENEC km 0,000 - 2,383“. Po realizaci se dané objekty zaměřily a vyhotovily se geodetické protokoly k dokumentaci skutečné realizace stavby (DSRS).

Náplní předložené práce je popis postupu při úkolu s přihlédnutím k souvisejícím předpisům projekční dokumentace apod. Naměřené údaje byly zpracovány v počítačových programech Microstation, Groma, TextPad a MS Office.

Výsledkem těchto prací je číselné a grafické zpracování hodnot ve formě geodetických elaborátů. Všechny práce byly vykonány v systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv) ve druhé třídě přesnosti.

Všechny pracovní postupy mé práce jsou podrobněji rozváděny v dílčích kapitolách.

## **1. Inženýrská geodézie v investiční výstavbě**

Inženýrská geodézie se zabývá řešením rozmanitých teoretických, technologických a praktických úkolů v investiční výstavbě od jejich přípravy, projektování, výstavby až po kontrolu dokončené výstavby a funkční spolehlivosti a bezpečnosti objektů.

Investiční výstavba zahrnuje stavby celospolečenského významu, jako jsou stavby velkých průmyslových podniků, sídlišť, velkých polyfunkčních objektů, hotelů, inženýrských sítí, dálnic, mostů, metru, elektráren, tunelů, železničních tratí, úprav vodních toků apod.

Inženýrská geodézie kromě vlastních technologických postupů využívá i poznatky z předmětů jako je geodézie, teorie chyb a vyrovnávací počet, fotogrammetrie, mapování, geodetické sítě, geofyzika, astronomie a v poslední řadě i z katastru nemovitostí.

Geodet pracující v investiční výstavbě musí znát stavební metody a technologické postupy, aby uměl přizpůsobit geodetické práce harmonogramu stavebních prací a mohl pružně reagovat na problémy.

V posledních letech na Slovensku probíhá výstavba národní a mezinárodní infrastruktury. Důvodem je hlavně velký význam silniční přepravy a s tím spojený rozvoj hospodářství v jiných částech našeho území.

Výstavba takovýchto objektů se neobejde bez geodetické činnosti, průběžně vykonávané od zahájení až po ukončení všech prací na staveništi.

### **1.1 Náplň inženýrské geodézie**

Pracovní náplň inženýrské geodézie lze rozdělit do čtyř oblastí a to na [1]:

1. Vyhotovení geodetických podkladů pro přípravnou a projektovou dokumentaci. Patří sem především vyhotovení mapových podkladů všeho druhu, které jsou nezbytné pro každou roli v investiční výstavbě. Jsou vyhotoveny v potřebné přesnosti a rozsahu vhodnou měřicí, výpočetní a zobrazovací technikou. Dále sem patří podklady na majetkoprávní vypořádání pozemků a na vynětí pozemků ze zemědělského půdního fondu (ZPF) či lesního půdního fondu (LPF) a získání nemovitostí do vlastnictví investora.

## 2. Realizační (vytyčovací) úlohy.

Jsou spojeny s výstavbou stavebních objektů. Zahrnují především vybudování geodetické vytyčovací sítě a všechny práce potřebné k realizaci projektu výstavby. Stejně důležitou roli hrají i kontrolní měření geometrických parametrů stavebních objektů, které ověřují postupy, technologie a kvalitu výstavby. Kontrolní měření se provádějí již během realizace projektu. Vytyčování a kontrolní měření vyžadují zvýšené nároky na organizaci prací, přístrojové vybavení, technologii a praktickou zručnost pracovníků.

## 3. Vyhotovení dokumentace skutečné realizace stavby.

Slouží jako podklad pro přebírání stavby do užívání, pro uspořádání majetkových vztahů, evidenci nemovitostí a pro aktualizaci státních mapových děl.

## 4. Různé speciální geodetické měření a úkoly.

Sem lze zařadit ověřování spolehlivosti a bezpečnosti stavebních objektů, sledování jejich stability, pozorování dynamiky sesuvů, kontrolu geometrických parametrů stavebních objektů a technologických zařízení. Každý projekt je svým způsobem výjimečný a proto při jeho realizaci je nutno vyhotovit vlastní harmonogram prací a zvolit technologické postupy pro vytyčování a kontrolní měření. Geodetické práce na stavbách jsou teoreticky a prakticky dost náročné:

- zabezpečují realizaci prostorové polohy objektů se všemi technickými a technologickými návaznostmi,
- jsou základem úspěšné výstavby,
- po fyzické stránce bývají často velmi náročné,
- vzhledem k finančnímu objemu na výstavbu jsou nepatrné, ale v důsledku nekvalitní podkladové dokumentace či nesprávného vytýčení vznikají velké materiální, časové i finanční ztráty,
- finanční náklady měření se zvyšují s rostoucími nároky stavby na přesnost geodetických prací.

## 1.2 Účastníci výstavby

- investor

- generální projektant
- dodavatelé

Účastníci výstavby z hlediska zajišťování provádění geodetických prací ve výstavbě mají tyto povinnosti [1]:

#### Investorská organizace

Stavbu financuje a zajišťuje její přípravu, tedy zajišťuje:

- geodetické podklady,
- vybudování vytyčovacích sítí,
- včasné vytyčení prostorové polohy objektů,
- vytyčení obvodu staveniště a vyznačení podzemních vedení na povrchu staveniště,
- souborné zpracování a archivování dokumentace skutečné realizace celé stavby.

#### Generální projektant

Vypracovává stavební projekt a kromě toho:

- posuzuje úplnost a vhodnost geodetických podkladů a jejich účelné využití,
- vypracovává návrh vytyčovacího systému (návrh vytyčovací sítě a její stabilizaci, návrh optimálních vytyčovacích metod, návrh kritérií přesnosti vytyčovacích prací za spolupráci s příslušnou geometrií) a návrh rozpočtu na geodetické práce,
- spolupracuje při zpracovávání vytyčovacích výkresů,
- zajišťuje zpracování koordinačního výkresu výstavby a spolupracuje na koordinaci prostorového umístění pozemních, podzemních a nadzemních objektů a zařízení.

#### Dodavatelská organizace

Uskutečňuje dodávky na stavbu a zajišťuje její realizaci (uskutečňuje projekt).

- přebírá od investora body základní vytyčovací sítě (aby byl seznámen s jejich polohou) a vytyčení prostorové polohy objektů a hranice staveniště,
- zabezpečuje podle projektové dokumentace podrobné vytyčení objektů a zařízení staveniště a podrobné vytyčení stavebních a ostatních objektů,
- zabezpečuje polohové a výškové zaměření dokončených objektů včetně terénních úprav (u podzemních vedení a objektech před jejich zakrytím),
- Tuto část spolu s následující často provádí komerční geodetická organizace,
- Zabezpečuje číselnou a grafickou dokumentaci skutečného provedení geodetických prací, jakož i archivování měřických záznamů a náčrtů.

Účastníci výstavby mohou do funkce odpovědného geodeta jmenovat:

- svého pracovníka, který má průkaz způsobilosti vykonávat funkci odpovědného geodeta,
- nebo výkon této funkce zajistí prostřednictvím jiné obchodní organizace nebo jiného účastníka výstavby, který má odpovědného geodeta.

Povinnosti odpovědného geodeta (v současnosti autorizovaný geodet) vyplývají ze zákona [2]. Jeho úkolem je mj. dohlížet na kvalitu provádění všech geodetických činností na stavbě. Kontroluje průběh prací v terénu a při zpracování dokumentace, kterou musí kontrolovat a následně autorizačně ověřit. U jednoduchých staveb nemusí být odpovědný geodet jmenován.

## **2. Stavba Rychlostní silnice R1, Nitra, západ - Selenec km 0,000 - 2,383**

Stavba:

Název stavby : Rychlostní silnice R1, Nitra, západ - Selenec km 0,000 - 2,383  
Kraj : Nitranský  
Okres : Nitra  
Katastrální území : Lehota, Lužianky, Mlynárce, Kynek,  
Druh stavby : Novostavba  
Kategorie stavby : Rychlostní silnice R 22,5/120, v stísněných poměrech ve  
křižovatce Lehota s návrhovou rychlostí 100 km/h  
Název a adresa : Národná diaľničná spoločnosť, a.s., Bratislava Mlynské Nivy 45  
Bratislava 821 09  
Zřizovatel : Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií SR Námestie  
slobody 6, 810 05 Bratislava

Projektant:

Název a adresa : DOPRAVOPROJEKT a.s., Kominárska 2,4, Bratislava,  
IČO : 31 322 000  
Zpracovatelský útvar : divize Bratislava I, Kominárska 2,4, 832 03 Bratislava  
Hlavní inženýr projektu: Ing. Monika Bartošová

Investor:

Název a adresa : Národná diaľničná spoločnosť, a.s., Bratislava Mlynské Nivy 45  
Bratislava 821 09  
Nadřízený orgán : Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikácií SR Námestie  
slobody 6, 810 05 Bratislava

Řešený úsek rychlostní silnice R1 Nitra, západ - Selenec se nachází v západní části Nitranského kraje, v okrese Nitra. Zájmovou oblastí stavby je jihozápadní a jižní část města Nitra a jeho nejbližší okolí. Území, kterým trasa rychlostní silnice R1 prochází, tvoří většinou zemědělská orná půda.

V souladu se strategií přípravy a výstavby rychlostních silnic je předmětný úsek rychlostní silnice R1 Nitra, západ - Selenec součástí rychlostního tahu R1 v trase Trnava (křižovatka s dálnicí D1) - Nitra - Žiar nad Hronom (křižovatka s rychlostními silnicemi R2, R3) - Zvolen (křižovatka s rychlostními silnicemi R2, R3) - Banská Bystrica (východní okraj města). Z hlediska významu a funkce rychlostní silnice R1 patří mezi hlavní vnitrostátní silniční tahy a současně je zařazena do evropské silniční sítě mezinárodního významu. Trasa je součástí evropského silničního koridoru E 58 (pomocná E cesta směr západ - východ třídy "A") v trase Vídeň - státní hranice SR / A - Bratislava - Nitra - Zvolen - Rimavská Sobota - Rožňava - Košice - Michalovce - státní hranice SR / UA - Užgorod - Kišinev - Oděsa - Rostov na Dunaji. Rychlostní silnice R1 je součástí trasy mezinárodní silnice E 571 (E cesta třídy "B") vytvářející na území Slovenska hlavní dopravní tepnu ve směru západ - východ Bratislava - Nitra - Zvolen - Lučenec - Rimavská Sobota - Rožňava - Košice jako jižní urbanizačních os ČR - Kúty - Bratislava - Nitra - Košice - Ukrajina.

Vybudováním rychlostní silnice R1 v předmětném úseku dojde ke změně dopravní funkce současné silnice I/65 situované v trase Nitra - Žiar nad Hronom - Kremnica - Martin. RC R1 převezme funkci uvedených mezinárodních silničních tahů a převezme i převážnou část dopravy souběžně vedené cesty I/65. Cesta I/65 v propojení přes současnou cestu III/0671 Čaradice - Hronský Beňadik (součást technického řešení předmětné stavby) bude plnit funkci silnice regionálního významu zabezpečující dopravní obsluhu přilehlého území a souběžné trasy, na kterou bude přesměrována doprava, která nesmí, nebo nemůže použít rychlostní silnici a musí volit k dosažení svého cíle jízdy trasu bez omezení určenými technickými podmínkami pro vozidlo a zpoplatněním použití RC R1. Rychlostní silnice R1 v úseku Nitra, západ - Selenec spolu s paralelně připravovanými stavbami Selenec - Beladice a Beladice - Tekovské Nemce, plynule naváže na vybudované, resp. rozestavěné úseky RC R1 od Trnavy po Nitru a od Hronského Beňadik po Banskou Bystrici, čímž vytvoří ucelený homogenní úsek rychlostní silnice.



Obr. č. 1: Část rychlostní silnice R1 před otevřením

## **2.1 Účel, cíle a zdůvodnění potřeby vybudování stavby**

Současný stav silnice neodpovídá svým stavebně technickým stavem současným, ani výhledovým dopravním požadavkům trasy pro mezinárodní a vnitrostátní tranzitní dopravu. V předmětném úseku má tato komunikace nevhodné šířkové uspořádání, nevyhovující směrové vedení, nepřehledné úseky bez možnosti předjíždění, dopravně a kapacitně nevyhovující křižovatky, což při silné nákladní dopravě vyvolává kongesce, snižování jízdních rychlostí, vznik kolizí a dopravních nehod.

Řešení uvedených problémů výstavbou nového úseku rychlostní silnice R1 je zakotveno v základních strategických a rozvojových dokumentech rozvoje a výstavby silniční infrastruktury SR, kterými jsou především:

- koncepce rozvoje dopravy z r. 1993,
- zpráva o postupu výstavby dálnic na území SR z r. 1998 (trasa Trnava - Nitra - B. Bystrica zařazena do sítě dálnic jako D65),
- nový projekt výstavby dálnic a rychlostních silnic z r. 2001,
- koncepce územního rozvoje Slovenska - 2001,
- aktualizace nového projektu výstavby dálnic a rychlostních silnic - harmonogram.



Návrh rychlostní silnice R1 vychází z předpokládaného rozvoje silniční sítě, místních podmínek a hlavně z dopravního zatížení dotčeného silničního tahu. Stávající cesta I/51 a I/65 v tomto úseku zajišťuje dopravní spojení západního a středního Slovenska. Nově vybudovaná rychlostní silnice R1 vedená většinou mimo zastavěné území, zajistí vyšší cestovní rychlost, plynulost provozu a úsporu času cestujících. Sníží se intenzita dopravy v okrajových městských částech, bude přínosem pro zlepšení jejich životního prostředí. Sníží se hluk a exhalace z dopravy a v neposlední míře se zvýší i bezpečnost účastníků silničního provozu.

## **2.2 Organizační struktura geodetických autorit**

Hlavní geodet stavby (dále jen HGS) zajišťuje jednotnost podkladů a hladký průběh stavby po geodetické stránce od zahájení až po její ukončení. Nese odpovědnost za řízení, organizaci a kontrolu geodetických činností. Je to nejvyšší geodetická autorita na stavbě.

Hlavní geodet úseku (dále jen HGU) zajišťuje vedení, organizaci a kontrolu geodetických činností na svěřeném úseku. Vede seznam geodety, odpovědných za práce na jednotlivých objektech. Odpovídá se HGS.

Hlavní geodet dodavatele (dále jen HGD) zastupuje geodety dodavatele, který je schválen HGU. Zajišťuje výměnu informací a distribuci potřebné dokumentace (geodetické protokoly, DSRS).

## **2.3 Archivace dokumentace**

Geodetický archiv (dále jen GA) HGS shromažďuje kompletní geodetickou dokumentaci stavby v písemné i elektronické formě. Povinností všech účastníků je předání výsledků GA v určované formě. Předání je potvrzeno podpisem přebírajícího na soupisu předané dokumentace. Dokumentace protokolů je archivována v předdefinované adresářové struktuře.

## **2.4 Název souborů odevzdaných protokolů**

Soubor musel obsahovat: Zkratku stavby \_ číslo objektu spolu s číslem podobjektu \_ číslo protokolu s posledním dvoj - číslem kalendářního roku \_ typ protokolu. Do typů protokolu zahrnujeme vytyčení, kontrolní měření a zaměření skutečného stavu.

## **2.5 Použité geodetické standardy a závazná legislativa na stavbě**

Při budování rychlostní silnice R1 se dodavatelé všech prací musí řídit danými technickými předpisy a legislativou. V rámci geodetických prací jsme se na stavbě museli rovněž řídit příslušnou legislativou [Příloha č. 1.].

Při výstavbě jsme používali souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (dále jen S-JTSK), Evropský terestrického referenčního Systém 1989 (dále jen ETRS-89) a výškový systém Balt po vyrovnání (dále jen Bpv).

V rámci celé stavby se na transformaci výsledků GPS měření ze systému ETRS-89 do S-JTSK, případně na zpětnou transformaci, používal jednotný transformační klíč. Vzhledem ke způsobu budování základní vytyčovací sítě (dále jen ZVS) jsme používali jeden ze tří transformačních klíčů. Konkrétně pro náš úsek to byl Nitra - Selenec.

Pro měření výšek metodou GPS v systému ETRS-89 jsme používali na transformaci jednotný model kvazigeoidu pro všechny úseky, který byl definován HGS.

Pro vytyčování a porealizační zaměření během výstavby a po ní jsme používali body vytyčovací sítě stavby (dále jen VSS). VSS tvoří body ZVS, lokální vytyčovací sítě (dále jen LVS) a podrobné výškové vytyčovací sítě (dále jen PVVS).

LVS jsou zpracovány jako rovinné lokální geodetické sítě nad elipsoidem GRS80 s počátkem nacházejícím se v těžišti a průměrné výšce území, definované pomocí technologie GNSS a terestrických měření a připojené na ETRS-89. Určována je parametry 1. řádu (souřadnice) a parametry 2. řádu (globální kovariance matice). Takto zpracovaná síť se transformuje shodnostní transformací do S-JTSK, aby zůstal zachován rozměr sítě. Využívají se při tom stávající nejbližších okolní body VSS, tak abychom minimalizovali rozdíly na identických bodech a LVS plynule navazovala na ZVS. Tento souřadnicový systém se nazývá S-JTSK lokal.

### **3. Projekt inženýrských sítí a kanalizace na rychlostní silnici R1**

V předchozích kapitolách jsme se seznámili s obecnou problematikou inženýrské geodézie v investiční výstavbě a projektem rychlostní silnice R1.

V další kapitole si podrobněji rozebereme konkrétní stavební objekty, které jsou předmětem mé diplomové práce.

#### **3.1 Základní údaje stavebních objektů**

Stavba:

Název stavby	Rychlostní silnice R1, Nitra - Tekovské Nemce a Banská Bystrica -severní obchvat, projekt PPP
Název úseku	R1 Nitra, západ - Selenec
Číslo objektu	501, 690
Název objektu	Cestní kanalizace a Informační systém RC - stavebná část - slaboproudá část
Místo stavby	Obec: Nitra Okres: Nitra Kraj: Nitrianský
Katastrální území	Lehota, Lužianky, Mlynárce, Kynek,
Druh stavby	Novostavba
Veřejný obstaravatel	Ministerstvo dopravy, pôšt a telekomunikaцій SR Námestie slobody 6, 810 05 Bratislava
Projektant	
Generální projektant	Dopravoprojekt, a.s. Bratislava Divízia Bratislava 1, Kominárska 2,4, 832 03 Bratislava

Projektant objektu	Datels, s.r.o. Bratislava Račianske mýto 1/D, 831 02 Bratislava
Koncesionář	GRANVIA, a.s. Pri trati 25/A, 821 06 Bratislava
Subdodavatel prací	GRANVIA CONSTRUCTION, spol. s.r.o. Pri trati 25/A, 821 06 Bratislava

### **3.2. Projekt silniční kanalizace**

V současnosti platné předpisy na ochranu životního prostředí zařazují srážkové vody zachycené na vozovce jako znečištěné, které je třeba před zaústěním do vodního toku čistit. Pro odvádění těchto vod z povrchu komunikace R1 je řešením vybudování nového rozvodu kanalizace. Soustředěny srážkové vody budou před vyústěním do vodních toků pročištěné v odlučovačích ropných látek.

Pro vypracování projektové dokumentace byly použity následující doklady:

- situace v měřítku 1:10 000 v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv,
- inženýrsko-geologický průzkum, jeho závěrečná zpráva,
- schválená projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení,
- požadavky koncesionáře a subdodavatele prací na odkanalizování silnice R1,
- příslušné technické normy a předpisy.

Silniční kanalizaci řešenou na našem úseku tvoří pět hlavních stok, označené "A", "B", "C", "D" a "E", které budou zaústěny do vodotečí: Dlouhý kanál, Kynecký potok a Kajsiansky potok.

Odvodnění komunikace zajišťuje její podélný a příčný sklon. Srážkové vody z povrchu vozovky jsou zachycovány podélnými příkopy na okraji zpevněné krajnice a přes

vpusti odváděny do kanalizace. Uliční vpustě jsou osazeny na krajích cesty podle příčného sklonu, resp. ve středovém dělicím pruhu, a jejich řešení je předmětem vrchní stavby.

Potrubní rozvod kanalizace je umístěn ve středním dělicím pruhu, ve vzdálenosti 0,70 m od osy komunikace vpravo, ve směru staničení R1.

Po vyvedení kanalizace mimo silnice a přečištění odpadních vod v odlučovači ropných látek je potrubní rozvod vedení v rostlém terénu se zaústěním kanalizačního potrubí do vodních toků podle schválené dokumentace.

Profily potrubí jsou přizpůsobeny požadované kapacitě v dimenzích - DN 300 až DN 800. Přípojky od silničních vpustí, jsou navrženy v dimenzi DN 200 mm.

Materiál potrubí musí být vodotěsný a na potrubním rozvodu musí být provedeny zkoušky vodotěsnosti potrubního rozvodu kanalizace. Potrubní materiál je navržen kvůli vodotěsnosti, životnosti a nezávadnosti pro životní prostředí z PVC a PP trubek.

<b>Stoka</b>	<b>Délka (m)</b>	<b>DN</b>	<b>Přítok (l/s) (celkový)</b>	<b>Kapacita ORL (l/s)</b>	<b>Vyústění</b>
Stoka „A“	944 (celk.996,87)	300, 400	133	150	Dlhý kanál
Stoka „A1“	14	300	8,1	-	do stoky „A“
Stoka „B“	3750	300, 400, 500, 600, 800	887	150	Kajsiansky potok
Stoka „B1“	28	300	54,3	-	do stoky „B“
Stoka „B2“	177,7	400	132,28	150	do stoky „B“
Stoka „C“	522,1 (celk.534,1)	300, 600	93,4 (471,8)	100	do stoky „B“
Stoka „C1“	38	300	15,9	-	do stoky „C“
Stoka „C2“	519,3 (celk.535,8)	300	88,4	75	do stoky „C“
Stoka „C3“	83	300	10,7	-	do stoky „C2“
Stoka „C4“	31	300	115	-	do stoky „C“
Stoka „D“	415,7 (celk.471,62)	300, 400, 500	112,6 (289,9)	100	do stoky „C“
Stoka „D1“	72,5	200, 300	57,9	-	do stoky „D“
Stoka „E“	824,06 (celk.862,57)	300, 400, 600	171 (410,8)	350	do stoky RSN obj. 501-21
Stoka „E1“	30	300	9,4	-	do stoky „E“

Tab. 1: Přehledná tabulka stok a jejich vyústění

Na potrubí kanalizace DN 300 - 800 jsou vybudovány revizní kanalizační šachty z betonových prefabrikátů. Každé šachtové dno má celoplastovou výstelku. Vstupní komín do šachet je sestavený z betonových skruží, na vrchu má uzamykatelný poklop.

Na bodovou změnu výšky kanalizačního potrubí slouží spádovištní šachty vyhotovené z prefabrikovaných dílců. Dno a stěny jsou obloženy čedičovými segmenty.

Poklopy na kanalizačních šachtách situovaných v rostlém terénu - mimo tělesa rychlostní silnice, jsou vyvýšené 0,50 m nad terénem a opatřeny směrovými sloupky červeno-bílé barvy, z důvodu identifikace šachty. Sloupky jsou osazeny v betonovém základu. Ostatní poklopy situovány v zpevněné ploše nemohou tvořit překážku.

Šachtové dno jako vstupní, tak i spádovištní šachty je osazené na podkladní desce z prostého betonu tloušťky 100 mm.

Napojení kanalizačního potrubí do šachty vede přes šachtové PVC, resp. PP přechodky příslušné dimenze.

Srážkové vody odváděné z povrchového odtoku silnice R1 budou po předčištění v odlučovačích ropných látek zaústěny do přilehlých vodních toků následovně:

- stoka "A" do vodního toku Dlhý kanál
- stoka „B“ do vodního toku Kajsiansky
- stoka „E“ do vodního toku Kynecký potok

Výustní objekt je jako monolit vybudovaný z betonu. Jeho tvar je přizpůsoben břehu potoka. Dno koryta toku je pod objektem upravené dlažbou z lomového kamene, vkládaného do betonového lože. Zajištění koryta toku Dlouhý kanál a Kajsiansky kanál je navrženo do vzdálenosti 3 m nad vyústěním a 5 m pod vyústěním v celém profilu, aby se zamezilo podmytí břehů koryta. Kanalizační potrubí je na výustním objektu ukončené zpětnou - koncovou klapkou příslušné dimenze.

Po vybudování těchto objektů se na okolním terénu provádí zpětná úprava terénu zatravněním.

Potrubí kanalizace je budováno v otevřené rýze min. šířky 1,10 m se svislými stěnami. Stěny výkopové rýhy vyšší než 1,2 m se zajišťuje příložným pažením.

V případě výskytu podzemní vody v rýze se voda svede drenážní trubicí do sběrné jámy v nejnižším místě a odtud je přečerpávána do terénu.

Potrubí kanalizace se ukládá do vytěžené rýhy na podkladní pískové lože min. tloušťky 15 cm. Po montáži potrubí do výšky 30 cm nad jeho povrch zřídí zhuštěný obsyp štěrko-pískem.

Zbytek vytěžené rýhy v středovém dělicím pásu se zasypává vykopanou zeminou se zhuštěním do výše paraplaně.

V místě trasování kanalizace pod komunikací se zásyp rýhy zhuští a realizuje ze štěrku a písku. V rostlém terénu zásyp provádíme vykopanou zeminou.

Odkopáním zemina se použije na úpravu terénu.

Před zahájením prací na objektu vytyčujeme stávající podzemní vedení přímo v terénu za účasti zástupců jejich provozovatelů.

Objekt se vypracovával podle uvedených směrnic a zákonů [Příloha č. 1.].

### **3.3 Projekt Informačního systému**

Podle platných předpisů a norem nelze realizovat výstavbu rychlostní komunikace bez inteligentních dopravních systémů. Tyto slouží hlavně pro sběr a zpracování dat z dopravních technologických zařízení rozmístěných na rychlostní silnici. Svými údaji napomáhají řízení dopravního procesu.

V této dokumentaci řeším vybudování informačního systému rychlostní silnice (dále jen ISRC) na úseku R1 Nitra západ - Selenec.

Trasa kabelových vedení ISRC je v tomto úseku doplněna o deset průběžných trubek HDPE a dvěma kabelovody pro budoucí optickou trasu.

Podklady pro zpracování projektové dokumentace jsou:

- měřický elaborát s vytyčením stávajících inženýrských sítí,
- dokumentace pro stavební povolení na stavbu rychlostní silnice R1 Nitra - Selenec, na kterou bylo vydáno stavební povolení,
- dokumentace ostatních souvisejících úseků R1 Nitra, západ - Selenec,
- koordinační situace objektu rychlostní silnice s inženýrskými sítěmi,

- příčné a podélné řezy komunikace,
- platné normy STN, předpisy zákony, projektový manuál stavby a koncesní smlouva veřejného zadavatele,
- výrobní a koordinační jednání za účasti koncesionáře a projektanta.

Hlavní trasa vedení ISRC a podélného kabelových kanálů je navržena po levé straně rychlostní komunikace v levém svahu u krajnice. Kabelové vedení je uloženo v nezpevněných plochách rýze. Počet kabelů v rýze se mění podle potřeby zařízení ISRC. Při křížování s vozovkou rychlostní silnice jsou uloženy do chrániček.

Na daném úseku výstavby rychlostní silnice procházejí kabely přes mosty 202, 203, 204 a jsou uloženy v římsách jednotlivých objektů.



## **4. Postup při vytyčení a zaměření stavby inženýrských sítí a kanalizace**

Technologický postup obsahuje:

- rekognoskaci terénu,
- zaměření původního terénu,
- metody měření,
- vytyčení a zaměření inženýrských sítí a kanalizace,
- výpočty měření,
- číselné a grafické vyhodnocení.

### **4.1 Rekognoskace terénu**

Při rekognoskaci (rekognoskovat = zkoumat) terénu je hlavním cílem nalezení bodů se známými souřadnicemi, na které bychom se mohli při měření připojit nebo orientovat.

Tyto body jsme si na základě dodané vytyčovací sítě ověřili a kontrolně zaměřili.

Vytyčovací síť stavby byla kontrolována statickou metodou GPS s dlouhou observační dobou. Rozestup bodů byl navrhovaný od 100 m do 300 m v závislosti na terénních podmínkách a vzájemné viditelnosti bodů během celé výstavby. Body vytyčovací sítě jsou stabilizovány hloubkovou stabilizací pažení vrty dvěma způsoby. V místech mostů a důležitých křižovatek byly body stabilizovány nucenou centrací (pilíři) a na ostatních místech byly body stabilizovány v využitím zabetonovaného PVC potrubí do terénu (pažnice).



Obr. č. 2: Stabilizované body pilíř a pažnice

Vytyčovací síť stavby představuje závazný referenční rámec, ke kterému se vztahují všechny měřické a vytyčovací práce. Jiné body než body VSS jsme na geodetické práce během výstavby nesměli použít. VSS tvoří ZVS, LVS a PVVS.

Předmětné body se nacházejí ve 4 katastrálních územích. Číslování bodů je v jednotlivých katastrálních územích následující:

- k. ú. Lehota: 7001 - 7002,
- k. ú. Lužianky: 7003 - 7006,
- k. ú. Mlynárce: 7007,
- k. ú. Kynek: 7008 - 7011, 7013, 7014,

#### **4.1.1 Způsoby určení polohy bodů vytyčovací sítě**

Body 1. až 3. třídy přesnosti spolu s dočasně stabilizovanými body 2. až 3. třídy přesnosti jsou určovány geodeticky a body 4. až 5. třídy přesnosti a dočasně stabilizované body 4. až 5. třídy přesnosti jsou určeny geodeticky nebo fotogrammetricky.

Dočasně stabilizované body se v jednotlivých třídách přesnosti určují více způsoby, uvedeme si pouze ty nejčastěji používané [3]:

1. třída přesnosti:

- polygonové tahy s dlouhými stranami měřenými elektronickými dálkoměry,
- protínáním napřed a kombinovaným,
- protínáním z délek měřených elektronickým dálkoměry,
- rajony měřenými elektronickým dálkoměry,
- pomocí technologie GNSS.

2. třída přesnosti:

- již zmíněnými způsoby,
- trojúhelníkovými řetězci,
- výjimečně protínání zpět.

3. třída přesnosti:

- již zmíněnými způsoby,
- polygonovými tahy se stranami, které lze měřit i dvouobrazovými dálkoměry, paralaktický, výjimečně pásmem.

4. třída přesnosti:

- již zmíněnými způsoby, kromě trojúhelníkových řetězců,
- polygonovými tahy se stranami měřenými dálkoměry se základnicí v přístroji,
- fotogrammetricky.

5. třída přesnosti:

- většinou se určují fotogrammetricky,
- není vyloučena možnost jejich geodetického určení.

Body vytyčovací sítě byly zaměřeny technologií GNSS s rychlou statickou metodou. Délka observace na jednotlivých bodech byla minimálně 40 min. Výšky antén byly měřeny vždy 2x s přesností na milimetry, přičemž jako výsledek byl použit jednoduchý aritmetický průměr.

K určení geocentrických souřadnic bodu bylo použito měření ze dvou nejbližších permanentních GNSS stanic sítě SKPOS, které se nacházejí v Partizánském (stanice PAR1) a v Galante (stanice SKGA). Známé souřadnice těchto dvou permanentních stanic v systému ETRS-89 byly při výpočtu považovány za neměnné.

Použitý transformační klíč měl následující parametry:

translace [m]	rotace [']	mírový faktor
dx = 485,021	Ox = -7,786342	s = 1,0000000
dy = 169,465	Oy = -4,397554	
dz = 483,839	Oz = -4,102655	

Tab. 2: Parametry transformačního klíče

Pro potřeby ověření transformace do roviny S-JTSK bylo použito 8 bodů sítě referenčních bodů označených třídou "C". Jsou to identické body: 4512GA1002.1, 4512GA1006.1, 4521NR1001, 4521NR1002, A59516, B35518, BD515, BD530.

#### 4.1.2 Přesnost polohového určení bodů vytyčovací sítě technologií GNSS

Přesnost určení polohy bodů technologií GNSS z instrukce [4] byla ověřena aposteriorním rozbořem výsledků. Maximální chyba v elipsoidickou šířce a délce dosáhla hodnotu 3,5 mm. Tato hodnota představuje vnitřní přesnost v systému ETRS-89. Po transformaci do systému S-JTSK se tato vnitřní přesnost na bodech sítě zachová. Avšak vnější přesnost, která byla určena pomocí identických bodů má krajní hodnotu 19 mm v ose y, resp. 9 mm v ose x souřadnicového systému S-JTSK (výsledná krajní souřadnicová chyba  $m_{xy} = 0,021$  m). Na základě získaných výsledků konstatujeme, že střední chyba  $m_{xy} = 0,04$  m v určení bodu nebyla překročena, tj. všechny body určené pomocí technologie GNSS splňují 2. třídu přesnosti určení souřadnic v systému S-JTSK.

Měření v ŠPS se provádí s přesností, aby nebyla překročena základní střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$  pravoúhlých rovinných souřadnic jednotlivých řádů vypočítaná z vyrovnání. Pro střední souřadnicovou chybu platí:

$$m_{xy} = \sqrt{0,5(m_x^2 + m_y^2)} \quad (1)$$

I. rad	II. rad	III. rad	IV. rad	V. rad
0,040 m	0,035 m	0,030 m	0,025 m	0,015 m

Tab. 3: Přesnost bodů ŠPS

Krajní odchylka při určení pravoúhlých souřadnic bodů je 2,5 - násobek základní souřadnicové chyby.

Měření podrobného polohového bodového pole se provádí s přesností podle technické normy [3]. Základní střední souřadnicové chyby bodů PPBP se stanoví podle tříd přesnosti.

1. třída přesnosti	2. třída přesnosti	3. třída přesnosti	4. třída přesnosti	5. třída přesnosti
0,02 m	0,04 m	0,06 m	0,12 m	0,20 m

Tab. 4: Přesnost bodů PPBP

Uvedená kritéria se vztahují na nejbližší body Státní prostorové sítě a považujeme je za splněné, jestliže nebyly překročeny krajní odchylky uzávěrů obrazců, jako jsou polygonové tahy, řetězce apod. Krajní odchylka se stanoví 2,5 - násobkem základní střední souřadnicové chyby.

Body vytyčovací sítě byly následně ověřeny terestrickou metodou. Horizontální směry byly měřeny ve dvou řadách a dvou skupinách. Délky byly měřeny tam i zpět.

Na základě naměřených údajů byl vyhotoven protokol o určení souřadnic bodů technologií GNSS [Příloha č. 2.], který obsahuje:

- typ použité metody,
- parametry transformačního klíče,
- identické body třídy "C",
- seznam souřadnic vztažných bodů v systému ETRS-89,
- seznam souřadnic nově určených bodů v systému ETRS-89,
- seznam souřadnic nově určených bodů v systému JTSK.

#### **4.1.3 Výškové určení bodů vytyčovací sítě metodou PN**

Výškové měření bylo realizováno metodou přesné geometrické nivelace ze středu. Při měření byla dodržena metodika měření přesné nivelace (čtení na lati postupem zpět,

vpřed, vpřed, zpět), která byla zvolena módem měření v přístroji. Tento postup umožňoval eliminovat systematické chyby měření (chybu ze sedání, respektive stoupání přístroje a nivelačních latí v sestavě, atd.). Nivelační latě byly stavěny na nivelační patky. Délky záměr na jednotlivé body nepřesáhly 30 metrů. Vzhledem k tomu, že při snímání kódové stupnice je potřebný rozsah na odečítání 250 mm zorného pole latě, byla nejnižší záměra 0,25 m nad terénem při strmém svahu, což je v souladu s požadavky na měření metodou přesné nivelace ve strmém svahu.

Nivelační body, které byly použity pro určování výšek bodů vytyčovací sítě:

Tah	Číslo bodu (předešlé označení)
Nitra - Čabaj	A59 - 510, A59 - 511
Mlynárce - Veľký Báb	A65 - 508, A65 - 508

Tab. 5: Použité nivelační body

Přesnost bodů vytyčovací sítě je určena dle instrukce [5] vzhledem k připojovacím bodům. Počítá se na základě rozdílů hodnot vložených tahů a tahů měřených oboustranně.

Jako první byl měřen uzavřený nivelační tah č. 1, který měl počátek i konec na bodu ŠNS č. A65-508. Tímto nivelačním tahem byly určeny výšky bodů č. 7001-7006 vytyčovací sítě. Střední kilometrová chyba tohoto tahu je  $m_o = 1,53$  mm a střední chyba tahu  $m_L = 2,93$  mm.

Druhý byl měřen uzavřený nivelační tah č. 10, který měl počátek i konec na stejném bodě ŠNS č. A65-508. Tímto tahem se určila výška bodu č. 7007. Střední kilometrová chyba tohoto tahu je  $m_o = 1,10$  mm a střední chyba tahu  $m_L = 0,68$  mm.

Jako třetí byl měřen vložený nivelační tah č. 22, jehož začátek byl na bodě ŠNS č. A59-510 a konec na bodě ŠNS č. A65-508. Tímto tahem se určily výšky bodů č. 7008-7011, 7013-7014. Střední kilometrová chyba tohoto tahu je  $m_o = 1,30$  mm a střední chyba tahu  $m_L = 3,27$  mm.

## **4.2 Zaměření původního terénu**

Po ověření vytyčovací sítě jsme si zvolili způsob a metody měření terénu, na kterém budeme vytyčovat trasu inženýrských sítí a kanalizace.

Zájmové území již bylo zaměřeno HGU a byl vytvořen Digitální model terénu (DTM). Mým úkolem v rámci realizace investiční stavby bylo nezávisle zaměření terénu po odebrání humusu. Naměřené údaje jsme použili jako podklad výpočtu kubatury rýhy pro subdodavatele výkopových prací. Měření probíhalo v šířkách dočasných záběrů mimo těleso rychlostní silnice. V rámci silnice se body terénu převzaly z už zaměřené šířky silničního tělesa. Terén jsme měřili v lomových bodech záběrů a hustotu jsme volili podle charakteru území.

### **4.2.1 Použitá metoda při zaměření terénu**

Volba metody měření závisí na požadavcích projektu a charakteru daného území. S ohledem na požadovanou přesnost naměřených údajů a dobré horizontální viditelnosti bez překážek jsme na zaměření terénu po skryvce humusu zvolili technologii GNSS.

Jde o navigační družicový systém, který využívá měření času a pseudovzdáleností pro určování polohy statických a pohybujících se objektů na Zemi nezávisle na aktuálních meteorologických podmínkách. V současnosti nejlépe propracovaným a zcela funkčním družicovým systémem pro určování polohy a času je systém NAVSTAR GPS.

Nejvyšší přesnost využití GPS se dosahuje relativními měřeními fáze nosné vlny. Určení prostorových složek vektoru základnice je založeno na simultánním měření na obou jejich koncových bodech. Základní metodou je statické měření. Jeho modifikacemi vznikly metody kinematických fázových měření, při kterých se jeden přijímač pohybuje. Znamená to, že se průběžně určují složky vektorů, které mají počátek v jednom bodě a v důsledku pohybu druhého bodu se mění jejich velikost a orientace [6].

Terén jsme zaměřili kinematickou metodou v reálném čase - RTK. Samotné měření probíhalo ve čtyřech fázích:

- inicializace přístroje,

- kontrolní měření na známém bode VSS,
- měření podrobných bodů terénu,
- kontrolní měření na známém bode VSS.

Po zapnutí a nastavení přístroje proběhla automaticky inicializace. Po nastavení měřické zakázky, souboru vytvořených kódů a lokální sítě pro silnici R1 jsme začali měřit původní terén.

Naměřené údaje byly automaticky registrovány a ukládány na paměťovou kartu přístroje. Každému z bodů jsme přiřadili příslušný kód pro usnadnění a lepší orientaci při zpracování.

RTK využívá přenos dat z družic a referenční stanice do přijímače. To umožňuje, že jsou souřadnice vypočteny a zobrazovány během samotného provádění měření. Metoda se používá při podobných situacích jako kinematická metoda. Jde o velmi efektivní způsob podrobného měření, neboť výsledky jsou známy již v průběhu měření. Nicméně tato metoda je závislá od rádiového spojení, které podléhá interferenci s ostatními rádiovými zdroji a také od překážek ve směru vysílaného signálu [6].

Metoda RTK vyžaduje, aby oba přijímače, které zachytávají signál z družic, mezi sebou komunikovaly.

#### **4.2.2 Slovenská prostorová observační služba GNSS – SKPOS**

SKPOS pro přesné určení prostorové polohy využívá družice a služby permanentních stanic GNSS, které vysílají v reálném čase potřebné korekce vzhledem k referenčním stanicím. Na šíření korekcí je využíván internet přes GPRS (GSM). Měření vyžaduje minimálně jeden přijímač s anténou a mobilní telefon s internetem.

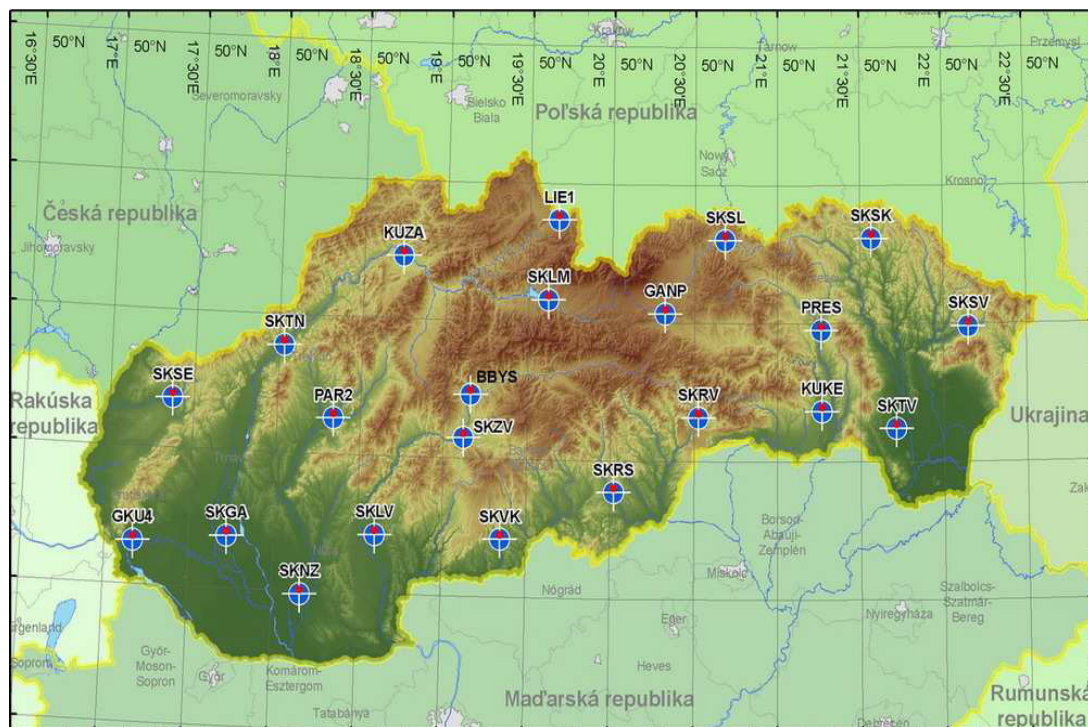
SKPOS byla zřízena v roce 2006 v rámci úřadu geodézie, kartografie a katastru SR. Odpovědnou organizací je Geodetický a kartografický ústav v Bratislavě.



Služby SKPOS podle relativní přesnosti dělíme:

- SKPOS-dm – diferenciální korekce pro kódové měření s využitím pro navigaci na určování polohy v reálném čase s přesností 1 m - 0,2 m.
- SKPOS-cm – diferenciální korekce pro fázové měření na přesné určování polohy v reálném čase s přesností lepší než 2 cm.
- SKPOS-mm – kódové a fázové měření na velmi přesné určování polohy, dodatečné zpracování (postprocessing) s přesností 20 - 0,5 mm. Tato metoda se v geodézii vzhledem na přesnost využívá nejvíce.

Celé měření aparaturami GNSS a registrace probíhá automaticky. Výsledkem měření po zpracování na počítači je přesná poloha zřízeného bodu. Souřadnice určeného bodu jsou v geocentrickém souřadnicovém systému ETRS-89 a musí se transformovat do S - JTSK. RTK metoda s využitím služby SKPOS nám umožní okamžitě během pár sekund získat souřadnice v S - JTSK.



Obr. č. 3: Síť stanic SKPOS

### Výhody při využívání SKPOS

- stačí jeden rover GNSS,
- určené souřadnice jsou vztaženy k ETRS,
- přístupnost 365 dní v roce, 24 hodin denně,
- přístupnost v reálném čase (99%),
- možnost post – processingu (dodatečné zpracování),
- vysoká spolehlivost (99%),
- pokrytí celého území bez snížení kvality,
- geodetická přesnost (1 – 2 cm) v reálném čase,
- mezinárodní výměnné standardy,
- komunikační kanály (internet, GPRS),
- ekonomicky výhodný systém.

### 4.3 Vytyčení inženýrských sítí a kanalizace

Nezbytným předpokladem realizace jakéhokoliv stavebního díla je jeho geodetické vytyčení v terénu, které sestává ze základního a podrobného vytyčování. Při základním vytyčování se z připravených naprojektovaných číselných a grafických podkladů přenáší do terénu hlavní informace o objektu, jako jsou hlavní osy a hlavní body trasy na místě určeném projektem. Při podrobném vytyčení se určuje tvar a rozměry stavebního objektu ve vodorovném a svislém směru.

Vytyčovací práce patří mezi geodetické práce, které jsou ve většině případů spojené s investiční výstavbou a patří mezi teoreticky a prakticky náročné práce. Proto vyžadují zvýšené nároky na teoretickou a praktickou zkušenost geodeta. Vytyčovací práce realizované na stavbách nelze chápat jako jednoduché vytyčení bodu, přímky, svislice, roviny nebo převýšení ale jako soubor geodetických činností, které zajišťují realizaci prostorové polohy objektů se všemi technickými návaznostmi.

Každý vytyčovací prvek má určitý dynamický charakter, proto je činnost geodeta, prováděná na staveništi za plného provozu zodpovědná a náročná. Každá chyba, která vznikla při vytyčení, se později odstraňuje s velkými obtížemi a často i s velkými

časovými a finančními ztrátami. Proto je nutné při vytyčování dodržovat zásady pro dosažení požadované přesnosti a provádět průběžné kontrolní měření. V některých případech je vhodná konzultace se samotným projektantem stavby.

Na to abychom se před zahájením samotného vytyčování vyhnuli nejasnostem a chybám, je nutné seznámit se s projektem stavby a provést geodetickou přípravu vytyčování jako výběr vytyčovacích prvků. Z hlediska požadované přesnosti realizace výstavby můžeme vytyčovací prvky získat grafickým, analytickým, nebo graficko-analytickým způsobem [1].

Naším úkolem bylo polohové vytyčení navrhované trasy kanalizační stoky označené "E", "E1" a trasu kabelového vedení ISRC. Při kanalizační stoce jsme vytyčili středy šachet a v terénu vyznačili dřevěnými kolíky. Při trase vedení ISRC jsme vytyčili lomové body trasy a uzlové body tj. místa přechodu vedení přes silniční těleso. Souřadnice jednotlivých lomových bodů navrhovaných trasy a kanalizační sítě se získaly z projektové dokumentace jednotlivých stavebních objektů [Příloha č. 3. a 4.]. Tyto lomové body se na žádost vyhotovitele v terénu doplnily o body mezilehlé nebo odsazené.

Výškové poměry byly dány ve vytyčovacím výkrese. V terénu jsme je vyznačili na vrchu dřevěného kolíku vytyčené šachty a lomových bodů trasy. Psány byly rozdíly naměřené výšky a výšky projektu dna šachty a podzemního vedení.

Po realizaci výkopu jsme opakovaně vytyčovali polohu spolu s označením výšky na dřevěný kolík.

Vytyčovací výkres představuje hlavní podklad pro vytyčení stavebních objektů nebo jejich části na místě určeném projektem se stanovenými rozměry, tvarem a přesností. Vytyčovací výkres byl navržen projektantem stavby. Je v něm zobrazen skutečný stav terénu s projektovaným stavem, čísla vytyčovaných bodů se souřadnicemi a severka.

Na vytyčení charakteristických bodů stavebních objektů jsme použili polární metodu a metodu trigonometrického určení výšek. Při těchto pracích se využili přechodná stanoviště určené ze stabilizovaných dvou nebo více bodů vytyčovací sítě.

#### **4.4 Geodetické činnosti během stavby**

Naše činnost během realizace stavby spočívala ve spolupůsobení s dodavatelem stavebních prací při kontrolních měřeních a porovnávání realizovaných stavebních objektů

s údaji v projektové dokumentaci. Šlo hlavně o dodržení výškových poměrů ve smyslu podélných sklonů [Příloha č. 5.] dané kanalizační stoky a trasy kabelového vedení informačního systému i nové vytyčení tras stavebních objektů. Během výstavby se musela řada vytyčovaných bodů z důvodu jejich opětovného poškození znovu vytyčovat.



Obr. č. 4: Zajištění výkopové rýhy přiloženým pažením

#### **4.5 Porealizační zaměření inženýrských sítí a kanalizace**

Po ukončení realizace stavebních objektů jsme provedli porealizační zaměření dna šachet a trasy položeného kabelu informačního systému. Zaměřila se spodní a vrchní hrana rýhy pře výpočet kubatury výkopu. Výšku spodní hrany jsme v některých úsecích museli konzultovat se správcem, abychom zjistili, jaká je výška pískového lůžka v rýze. Dále jsme v součinnosti s dodavatelem stavby zkontrolovali rozsah zaměření všech stavebních objektů a doměřily se všechny chybějící objekty.

Předmětem měření silniční kanalizace byly dna jednotlivých šachet dané stoky. Při přípojkách jsme zaměřili i body napojení vrchní části potrubí. Při zpracování jsme naměřenou výšku snížili o tloušťku potrubí, aby bylo charakterizováno dno potrubí.

Zaměření trasy informačního systému se provádělo přímo v rýze. Lomové body se měřily v ose a dne vykopané rýhy.

Samotné měření se provádělo polární metodou a trigonometrickým určením výšek za pomoci přechodných stanovišť. Stanoviště jsme určili z dvou nebo více bodů vytyčovací sítě. Metoda, jakou bylo měřeno, uvádím v následující kapitole.



Obr. č. 5: Dno šachty silniční kanalizace

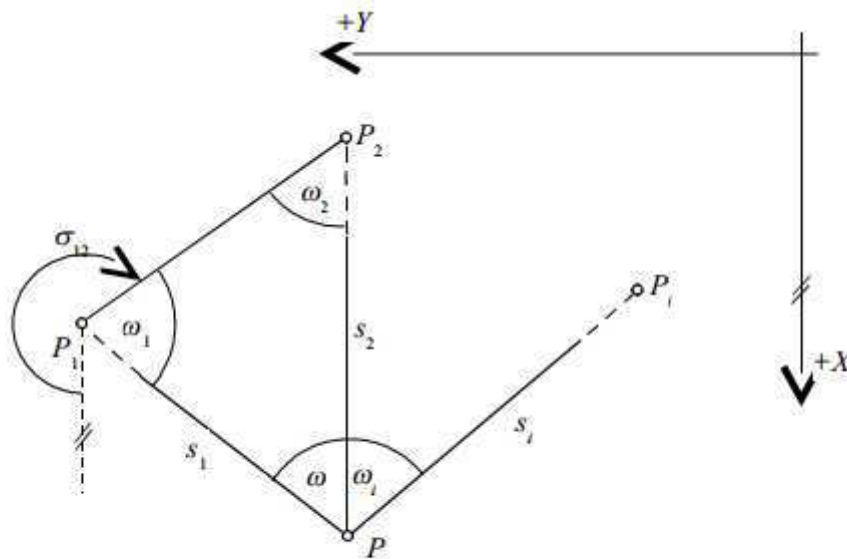


Obr. č. 6: Trasa ISRC

#### 4.5.1 Metoda měření a určení stanoviště

Při zaměření skutečného stavu daných objektů jsme použili polární metodu s trigonometrickým určením výšek z přechodných stanovišť.

Přechodným stanovištěm jsme tak zhustili bodové pole a mohli se tak postavit na místa, ze kterých bylo lépe vidět spodek rýhy a dna šachet. Při zaměření vedení ISRC jsme postupovali analogicky.



Obr. č. 7: Přechodné stanoviště

Jde o zhuštění bodového pole stabilizovanými body. Zadání stanoviště musí obsahovat nejméně souřadnice dvou bodů. Souřadnice tohoto bodu se vyrovnávají metodou nejmenších čtverců. V našem případě jsme používali přístroj Leica TCR 1203, která už automaticky vyrovnala souřadnice na každém stanovišti.

Polární metoda jsme určili polohu bodu polárními souřadnicemi. V tomto případě zaměřujeme vodorovný směr a vodorovnou vzdálenost. Princip spočívá v orientaci přechodného stanoviště vůči bodům vytyčovací sítě. Orientujeme ve dvou polohách dalekohledu. Následně měříme směry a vzdálenosti na podrobné body. Pro dlouhé záměry opravujeme délky o korekci z nadmořské výšky a kartografického zkreslení.

Při výpočtu se postupuje následovně podle [7]:

- vypočte se směrník  $\sigma$  z bodu stanoviště na bod orientace,
- spočteme jednotlivé směrníky  $\sigma_{Pi}$ ,

$$\sigma_{Si} = \sigma_{SO} + \alpha_i - \alpha_{SO} \quad (2)$$

- spočteme souřadnice jednotlivých bodů.

$$Y_{Si} = Y_O + s_i \cdot \sin_i \sigma_{Si} \quad (3)$$

$$X_{Si} = X_O + s_i \cdot \cos_i \sigma_{Si} \quad (4)$$

#### 4.5.2 Trigonometrické určení výšek

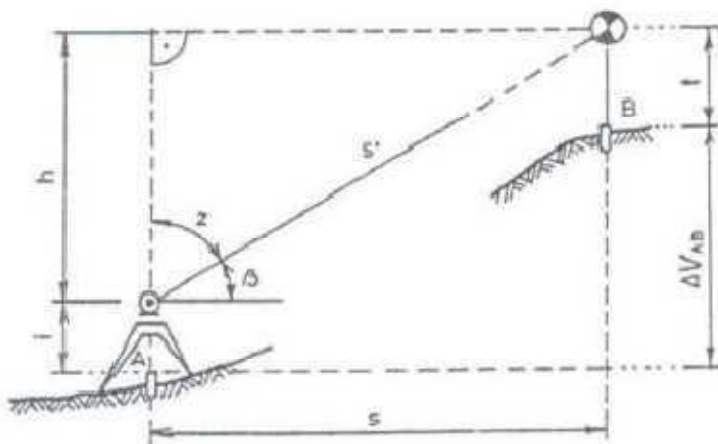
Zdokonalování se v dnešní době nevyhnula ani měřické technika. Příkladem je použití metody trigonometrického určení výšek v praxi. Při dodržení zásad během měření se tak omezí vliv refrakce a chyb ze zakřivení Země.

- délka záměry vpřed a vzad bude přibližně stejně dlouhá (eliminace vlivu refrakce a zakřivení Země),
- délky záměr budou do 200 m (snížení vlivu refrakce),
- výška odrazového systému s terčem by se neměla při přetáčení ze záměry vpřed na záměru vzad měnit,
- pořad by měl začínat a končit na bodech s přibližně stejnou nadmořskou výškou.

Tato metoda se používá zejména při určování výšek v členitém terénu, příp. jako kontrola hrubých chyb. Při použití přesných přístrojů a pomůcek spolu s doporučenými zásadami dosáhneme vysokou přesnost a efektivitu.



Při kratších záměrách nemusíme do výpočtu zahrnout vliv refrakce a zakřivení Země. Převýšení počítáme následovně:



Obr. č. 8: Trigonometrické určení výšek [8]

$$\Delta V_{AB} = \pm h + i - t \text{ [m]} \quad (5)$$

kde:

$$\pm h = s \cdot \cotg(z) = s' \cdot \cos(z) \text{ [m]},$$

$\Delta V_{AB}$  - výškový rozdíl bodů A, B [m],

$I$  - výška klopné osy přístroje [m],

$t$  - výška signálu na bodu B [m],

$h$  - výška signálu nad klopnou osou přístroje [m],

$s$  - vodorovná vzdálenost bodů A, B [m],

$s'$  - šikmá vzdálenost bodů A, B [m],

$z$  - zenitová vzdálenost [°, g].

Vliv refrakce ovlivňuje přesnost určení zenitových úhlů. Podle [8] dodržením podmínek měření výškového úhlu na bodech (stanovisko, orientace), bude vliv refrakce na přesnost minimální a můžeme ho z měření vyloučit. Odchylka se počítá podle vztahu:

$$D = \pm 40 \cdot \sqrt{L} \cdot 10^{-3} \text{ [m]} \quad (6)$$

kde:

$L$  - je délka trigonometrického pořadu [km],

$D$  - je odchylka trigonometrického měření výšek [m].



#### 4.6 Analýza přesnosti vytyčovacích a kontrolních měření

Geodet, který je pověřen vedením geodetických prací na stavbě je povinen před vytyčováním nebo kontrolním měřením provést analýzu přesnosti zohledňující použité měřické přístroje a metodiku měření. Cílem analýzy je dokázat, že při použití daných přístrojů a metodiky nebudou překročeny krajní vytyčovací odchylky.

Pokud souřadnice bodů vytyčovacích sítí považujeme za správné a s nejistotou v určení jejich polohy se neuvažuje, pak střední polohová chyba měřeného bodu polární metodou je dle manuálu [9] určena vztahem:

$$m_p = \sin^2 z \cdot m_s^2 + s^2 \cdot \cos^2 z \cdot \left(\frac{m_z}{\rho}\right)^2 + s^2 \cdot \sin^2 z \cdot \left(\frac{m_{\sigma A1}}{\rho}\right)^2 \quad (7)$$

a střední chyba trigonometrického určení výšky je:

$$m_h^2 = \cos^2 z \cdot m_s^2 + s^2 \cdot \sin^2 z \cdot \left(\frac{m_z}{\rho}\right)^2 m_i^2 + m_t^2 \quad (8)$$

kde:

$m_p$  – střední polohová chyba měřeného bodu,

$m_h$  – střední chyba určení výšky bodu,

$s$  – šikmá délka,

$z$  – měřený Zenitový úhel,

$m_{\sigma A1}$  – střední chyba měřeného směrníku ( $m_{\sigma A1} = m_{\alpha} \cdot \sqrt{2}$ ),

$m_{\alpha}$  – střední chyba měřeného směru,

$m_z$  – střední chyba měřeného Zenitový úhlu ( $m_z = m_{\alpha}$ ),

$m_s$  – střední chyba měřené délky,

$m_i$  – střední chyba určení výšky přístroje,

$m_t$  – střední chyba určení výšky terče.

Při použití našeho přístroje Leica TCR 1203 bude přesnost měření podle výrobce:

$$m_s = 2 + 2 \text{ ppm}, m_a = 0,001 \text{ g}$$

presnost určení výšky přístroje a terče:

$$m_i = 1 \text{ mm}, m_t = 1 \text{ mm}$$

měřené hodnoty:

$$z = 100 \text{ g}, s = 100 \text{ m}$$

bude:

$$m_p = 2,7 \text{ mm}, m_h = 3,6 \text{ mm}$$

#### **4.7 Použité měřické přístroje**

V rámci měřických, výpočetních a konstrukčních prací byly použity následující geodetické přístroje a výpočetní technika:

- Přístroje:
  - Leica GPS 1200, SmartRover,
  - Totální elektronická registrační stanice Leica TCR 1203 s příslušenstvím.
- Automatické kreslicí příslušenství:
  - plotr HP DesignJet 500C.
- Programové vybavení:
  - MicroStation V7, Groma 8.0, MS Excel, TextPad 5

##### **4.7.1 GPS Leica Smart Rover 1200**

Aparatura umožňuje rychlé zachycení družic, eliminuje efekt Multipath. Je odolná vůči rušení, má vysokou přesnost určení polohy a nízké zpoždění.

Obsahuje klávesnici a dotykovou obrazovku, intuitivní rozhraní, zabudované programy a potupy. Leica GPS 1200 umožňuje měřit a vytyčovat přímo v souřadnicích S-JTSK pomocí vypočtených lokálních transformačních klíčů. Transformační klíče do S-JTSK je možné vypočítat na počítači v programu Leica GEO Office, nebo přímo v GPS přijímači v terénu. Ovládání GPS Smart Rover 1250 je plně v českém jazyce.



Obr. č. 9: Přístroj Leica GPS 1200, SmartRover

<b>Vytyčovací svetlo (EGL)</b>	
Pracovný rozsah	5 m až 150 m
Presnosť	5 cm / 100 m
<b>Ďalekohľad</b>	
Zväčšenie	30 x
Zorné pole	1°30' (1.66gon) t.j. 2,7 m / 100 m
Osvetlenie nitkového kríža	áno, vypínateľné
<b>Klávesnica a displej</b>	
Displej	1/4 VGA (320x240), farebný grafický LCD s dotykovou obrazovkou, voľiteľne aj v 2. polohe
Klávesnica	34 kláves (12 voľiteľných, 12 alfaum.), voľiteľne aj v 2. polohe
Osvetlenie displeja a klávesnice	áno, vypínateľné
<b>Registrácia</b>	
Interná pamäť (voľiteľne)	64 MB
Pamäťové karty Compact Flash	256 MB - 1 GB
Kapacita pamäte	1 750 b. / 1 MB
Formáty	celá stanica registruje pri meraní automaticky všetky parametre, pri výstupe dát je možný export do ITEX/ASCII/DXF alebo užívateľský voľne zadefinovaný formát
Rozhranie	RS232, Bluetooth (voľiteľne)
<b>Všeobecné údaje</b>	
Rozmery	151 x 203 x 316 mm
Laserová olovnica	presnosť centrácie 1 mm / 1,5 m
Nekonečné pohybovky	1 x horizontálna / 1 x vertikálna
Batéria	GEB225, Li-Ion, 7,4 V, 3,8 Ah, 5 - 8 h
Hmotnosť	4,8 - 5,5 kg
Pracovná teplota (TPS / RX1250)	- 20°C až + 50°C / - 30°C až + 65°C
Skladovacia teplota (TPS / RX1250)	- 40°C až + 70°C / - 40°C až + 80°C
Vodovzdornosť (IEC60529)	IP54 (TPS), IP67 (Kontroler RX1250)
Odolnosť voči vlhkosti	95% nekondenzujúca vlhkosť

Obr. č. 10: Technické parametry Leica GPS 1200

#### **4.7.2 Totální stanice Leica TCR 1203**

Totální stanice patří v současnosti mezi nejčastěji používané geodetické přístroje. Jedním z důvodů je i automatická registrace všech parametrů při měření. Při výstupu dat je možný export do IDEX / ASCII / DXF nebo uživatelsky volně definovaného formátu.



Obr. č. 11: Leica TCR 1203

Bc. Peter Pavlík: Geodetické zaměření inženýrských sítí a kanalizace během výstavby a následné vyhotovení dokumentace „Rychlostní cesta R1, NITRA, západ - SELENEC

**Technické parametre**

TC (R) (M) (A) (P)	1201	1202	1203	1205
Meranie uhlov				
Stredná chyba merania uhla	1" (0,3 mgon)	2" (0,6 mgon)	3" (1 mgon)	5" (1,5 mgon)
ISO Certifikácia	áno, stredná chyba merania uhla certifikovaná podľa ISO 17123-3			
Minimálne čítanie	0,1" (0,1 mgon)			
Metóda	absolútne, kontinuálne, diaľmetrické			
Kompenzátor				
Typ	centrálny dvojosý kompenzátor + elektronická kompenzácia			
Rozsah	4" (0,07 gon)			
Čítilivosť	0,5" (0,2 mgon)	1,0" (0,3 mgon)	1,5" (0,5 mgon)	
Meranie dĺžok IR				
Dosah na 1 hranol (GPR1)	> 3500 m			
Dosah na minihranol (GMP101)	1200 m			
Dosah na reflexnú fóliu ( 60 x 60 mm)	250 m			
Najmenšia merateľná dĺžka	1,5 m (*3)			
Stredná chyba merania dĺžok	1 mm + 1,5 ppm (*1)			
ISO Certifikácia	áno, stredná chyba merania dĺžok certifikovaná podľa ISO 17123-4			
Minimálne čítanie	0,1 mm			
Čas merania	0,15s až 2,4s (v závislosti od módu merania)			
Meranie dĺžok bez hranola (RL)				
Dosah PinPoint R400	> 400 m 90% refl. / >200m 18% reflektivita (*2)			
Dosah PinPoint R1000	> 1000 m 90% refl. / >500m 18% reflektivita (*2)			
Minimálna vzdialenosť	1,5 m (*3)			
"Dlhý dosah" - dosah na 1 hranol GPR1	do 12 000 m			
Presnosť	2 mm + 2 ppm			
ISO Certifikácia	áno, stredná chyba merania dĺžok certifikovaná podľa ISO 17123-4			
Metóda	fázové meranie/system analyzer			
Veľkosť laserovej stopy	7x14mm/20m ; 12x40mm/100m (*4)			

<b>Automatické cielenie (ATR/LOCK)</b>	
Dosah na 1 hranol (GPR1)	1000/800 m
Dosah na 360°hranol (GRZ4)	600/500 m
Dosah na minihranol (GMP101)	500/400 m
Dosah na reflexnú fóliu (60x60 mm)	55/- m
Presnosť polohy pri automatickom cielení	±1 mm ; Hz/V = 1" (podľa ISO 17123-3)
Čas merania	3 - 4 s
Maximálna rýchlosť terča (LOCK)	18km/h na 20m ; 90km/h na 100m
Rýchlosť vyhľadania terča v zornom poli	1,5s
Voliteľné okno hľadania	áno
<b>Automatické hľadanie terča (PS)</b>	
Dosah na 1 hranol (GPR1)	300 m
Dosah na 360°hranol (GRZ4)	300 m
Dosah na minihranol (GMP101)	100 m
Čas hľadania strateného terča	menej ako 10s (!)
Voliteľné okno hľadania	áno
<b>Vytyčovací svetlo (EGL)</b>	
Pracovný rozsah	5 m až 150 m
Presnosť	5 cm / 100 m
<b>Ďalekohľad</b>	
Zväčšenie	30 x
Zorné pole	1°30' (1.66gon) t.j. 2,7 m / 100 m
Osvetlenie nitkového kríža	áno, vypínateľné
<b>Klávesnica a displej</b>	
Displej	1/4 VGA (320x240), farebný grafický LCD s dotykovou obrazovkou, voliteľne aj v 2. polohe
Klávesnica	34 kláves (12 voliteľných, 12 alfanum.), voliteľne aj v 2. polohe
Osvetlenie displeja a klávesnice	áno, vypínateľné
<b>Registrácia</b>	
Interná pamäť (voliteľné)	64 MB
Pamäťové karty Compact Flash	256 MB - 1 GB
Kapacita pamäte	1 750 b. / 1 MB
Formáty	totálna stanica registruje pri meraní automaticky všetky parametre, pri výstupe dát je možný export do IDEX/ASCII/DXF alebo užívateľsky voľne zadefinovaného formátu
Rozhranie	RS232, Bluetooth (voliteľné)
<b>Všeobecné údaje</b>	
Rozmery	151 x 203 x 316 mm
Laserová olovnica	presnosť centrácie 1 mm / 1,5 m
Nekonečné pohybovky	1 x horizontálna / 1 x vertikálna
Batéria	GEB221, Li-Ion, 7,4 V, 3,8 Ah, 5 - 8 h
Hmotnosť	4,8 - 5,5 kg
Pracovná teplota (TPS / RX1250)	- 20°C až + 50°C / - 30°C až + 65°C
Skladovacia teplota (TPS / RX1250)	- 40°C až + 70°C / - 40°C až + 80°C
Vodovzdornosť (IEC60529)	IP54 (TPS), IP67 (kontroler RX1250)
Odolnosť voči vlhkosti	95% nekondenzujúca vlhkosť

Obr. č. 12: Technické parametre Leica TCR 1203

## 5. Zpracování naměřených dat a vyhotovení dokumentace

Tato kapitola se podrobně věnuje postupu při zpracování naměřených dat z terénu, jejich číselnému vyhodnocení a grafickému znázornění.

### 5.1 Postup zpracování naměřených dat

Poslední porealizační zaměření se provádělo v září roku 2011. Naměřené údaje jsme postupně zpracovávali v kanceláři v programech TextPad 5, Groma 8.0, MS Office a graficky v MicroStation V7.

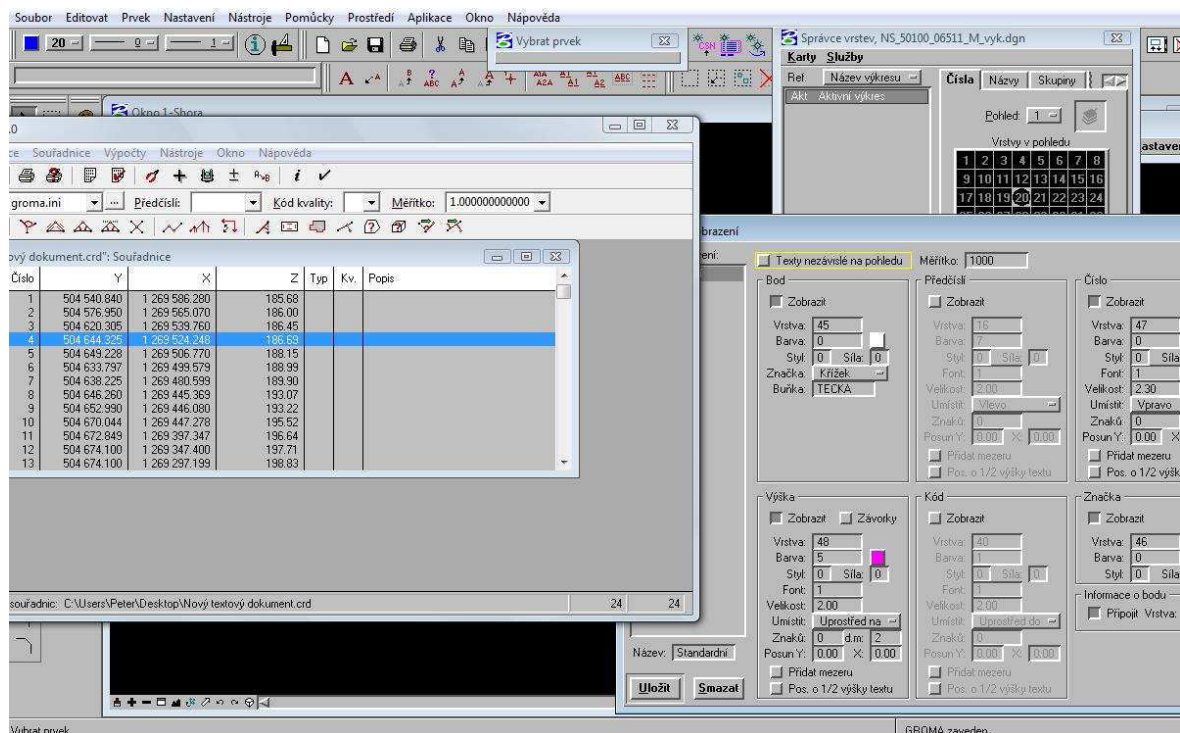
Souřadnice bodů byly získávány automaticky z dat určovaných přístrojem. Pomocí funkce KONVERZE - EXPORT DAT ZE ZAKAZKY jsme naměřené údaje v podobě vypočtených souřadnic získali ve formátu txt.frt. Tato data se tak uložily na paměťovou kartu a následně přenesly do PC. Souřadnice jsme dále zpracovali v textovém editoru TextPad 5 a vytvořili textový soubor.

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
001	504540,840	1269586,280	185,680
002	504576,950	1269565,070	186,000
003	504620,305	1269539,760	186,447
004	504644,325	1269524,248	186,689
005	504649,228	1269506,770	188,145
006	504633,797	1269499,579	188,994
007	504638,225	1269480,599	189,898
008	504646,260	1269445,369	193,065
009	504652,990	1269446,080	193,218
010	504670,044	1269447,278	195,516
011	504672,849	1269397,347	196,638
012	504674,100	1269347,400	197,710
013	504674,100	1269297,199	198,833
014	504673,729	1269247,303	200,128
015	504673,512	1269197,333	201,269
016	504674,240	1269147,369	202,345
017	504676,687	1269097,428	203,389
018	504679,957	1269059,599	204,195
019	504686,445	1269010,014	204,783
020	504695,262	1268960,610	205,345
021	504706,401	1268912,020	205,599
022	504719,802	1268863,837	205,827
023	504731,189	1268828,528	206,034
024	504667,229	1269477,046	195,692

Obr. č. 13: Výstupní formát



Textový soubor se souřadnicemi a čísly bodů jsme načetli programem Groma 8.0 do grafického prostředí MicroStation V7. Pomocí tohoto programu jsme přiřadili údajům jednotlivé vrstvy, barvu a měřítko.



Obr. č. 14: Načítání a rozvrstvení údajů o bodu v programu Groma 8.0

## 5.2 Vyhotovení číselné a grafické dokumentace

Číselně se zpracovávalo podle předepsaných tabulek a formátu geodetického elaborátu, který byl na stavbě zaveden a schválen. Z naměřených souřadnic jsme si vytvořili textový soubor a otevřeli ho v MS Office. Do tabulek byly postupně vkládány hodnoty naměřené a projektované. Na základě toho se zjišťovalo, zda se nepřekročila projektována odchylka, která byla zadána projektantem.

Dále byla vyplněna tabulka seznamu souřadnic měřených bodů s popisem. K seznamu souřadnic se přikládala také tabulka výchozích bodů, na které jsme během měření orientovali.

Jednou z podstatných částí elaborátu byla technická zpráva. Obsahovala základní informace, jako:

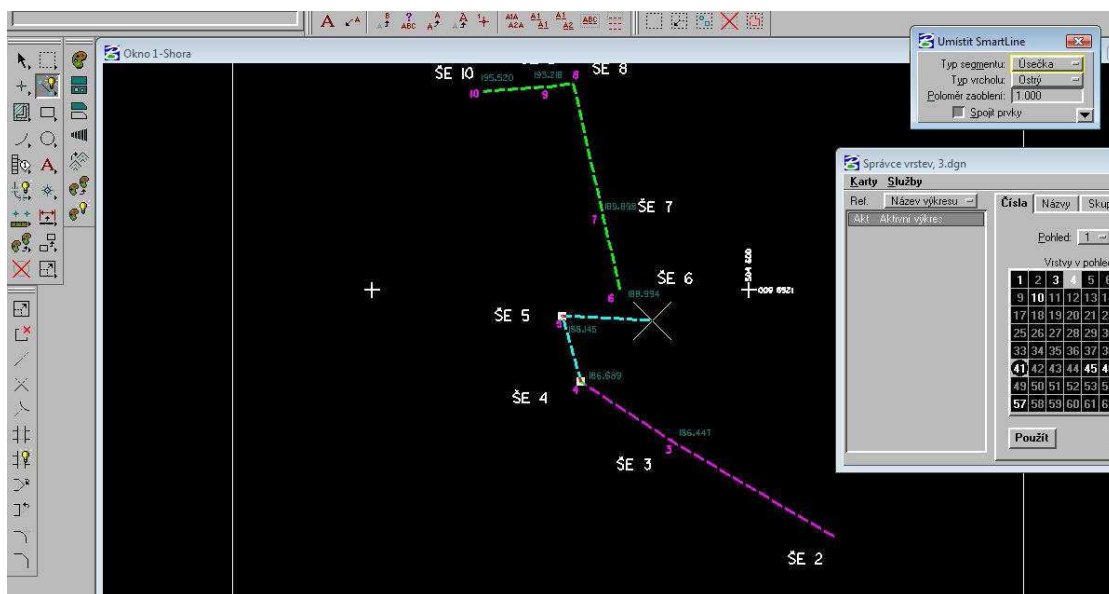
- název stavby, daný objekt, staničení rychlostní silnice,
- objednavatele, zhotovitele, zhotovitele geodetické části,
- souřadnicový systém, výškový systém,
- použité geodetické základy pro měření,
- číslo projektové dokumentace, s kterou se porovnávali naměřené hodnoty,
- popis vykonané práce,
- metody měření, přístroje a pomůcky,
- přesnost přístroje, přesnost určení stanoviska a přesnost samotného měření,
- jméno měřiče,
- popis prací zahrnutých v elaborátu,
- použité programové vybavení,
- jméno vyhotovitele,
- jméno ověřovatele (musí být autorizovaný geodet).

Jako podklad ke DSRS jsme spolu s výkresovou částí vyhotovili i geodetický protokol [Příloha č.. 6. a 7.].

Při grafickém zpracování dokumentace jsme museli dodržet příslušné normy [10] a [11]. Po založení si nového souboru z názvem daného objektu v programu MicroStation V7, jsme si nainportovali do programu body v textovém souboru txt. a přiřadili jim vrstvu, barvu a měřítko.

Zaměřené body dna šachet a lomových bodů na trase vedení inženýrských sítí jsme spojovali liniemi a doplnili značkami, textem a výškovým označením. Jako podklad pro rychlejší orientaci jsme využili koordinační výkres stavby. Postupně jsme v měřítku doplnili legendu, severku, hektarovou síť a vyhotovili tabulku s údaji o daném výkresu. Jednotlivé DN potrubí při silniční kanalizaci jsme rozlišili barevně. Při trase ISRC jsme barevně oddělili chráničky, které procházejí příčně přes silniční těleso. Takovým způsobem jsme graficky zpracovali všechny objekty zadané zhotovitelem stavby, které byly použity pro dokumentaci skutečného provedení stavby [Příloha č. 8. a 9.].





Obr. č. 15: Grafické zpracování v programu MicroStation V7

Kompletní geodetický elaborát bol vyhotovený v analogové a digitálnej podobě. Byl zkontrolován a ověřen autorizovaným geodetem a odevzdán na kontrolu hlavnímu geodetu úseku (HGU). Ten zkontroloval všechny náležitosti především s ohledem na předepsanou přesnost a formální stránku. Po odsouhlasení a podepsání vyhotoveného elaborátu, mu jedna kopie zůstávala, jako část podkladu k dokumentaci ke skutečnému provedení stavby (DSRS).

Obsah kompletního odevzdaného geodetického elaborátu tvoří:

- titulní strana,
- technická zpráva,
- seznam souřadnic,
- porovnání naměřených hodnot s projektovou dokumentací,
- výkres, i v digitální formě (s příponou vyk.)

## **6. Závěr**

Úkolem diplomové práce bylo popsat technologický postup při vytýčení a zaměření inženýrských sítí a kanalizace na rychlostní silnici R1. Na základě naměřených údajů byla zpracována a vyhotovena dokumentace skutečného provedení stavby (DSRS).

Vzhledem k tomu, že zpracování inženýrských sítí jako jsou informační vedení a silniční kanalizace na rychlostní silnici R1 mají přesně stanovené podmínky zpracování pro tvorbu těchto systémů, musel jsem se seznámit s konkrétní problematikou dokumentace během jednotlivých prací. Při práci a vyhodnocení dokumentace provedených měření jsme využívali moderní přístroje a výpočetní techniku.

Chtěl jsem rovněž zdůraznit potřebu trvalé přítomnosti geodeta při stavbě významných objektů, jakým byla v mém případě rychlostní silnice R1.

Výsledek mé závěrečné práce je zdokumentován v přílohách.

## **7. Seznam použité literatury**

- [1] MICHALČÁK, O., VOSIKA, O., VESELÝ, M., NOVÁK, Z: Inžinierska geodézia I., Alfa vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry Bratislava 1985,
- [2] Zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii
- [3] STN 730415 Geodetické body, 1980
- [4] I 74.20.73.12.00 - Inštrukcia na práce v polohových bodových poliach
- [5] I 74.20.73.13.00 - Inštrukcia na práce vo výškových bodových poliach
- [6] Pisca,P : Globálne navigačné systémy
- [7] SCHENK,J.: Geodézie, skripta, VŠB-TU Ostrava, 2005
- [8] NOVÁK, Z., PROCHÁZKA, J.: Inženýrská geodézie 10, ISBN 80-01-02407-5,2006,ČVUT, Praha
- [9] GEODETICKÝ MANUÁL PPP R1 verzia 1.0, GEODETICCA 3D WORKS, s.r.o.
- [10] STN 013410 Mapy veľkých mierok. Základné a účelové mapy.
- [11] STN 013411 Mapy veľkých mierok. Kreslenie a značky.

## **8. Seznam obrázků**

**Obr. č. 1:** Část rychlostní silnice R1 před otevřením

**Obr. č. 2:** Stabilizované body pilíř a pažnice

**Obr. č. 3:** Sít' stanic SKPOS

**Obr. č. 4:** Zajištění výkopové rýhy přiloženým pažením

**Obr. č. 5:** Dno šachty silniční kanalizace

**Obr. č. 6:** Trasa ISRC

**Obr. č. 7:** Přechodné stanovisko

**Obr. č. 8:** Trigonometrické určení výšek

**Obr. č. 9:** Přístroj Leica GPS 1200, SmartRover

**Obr. č. 10:** Technické parametry Leica GPS 1200

**Obr. č. 11:** Leica TCR 1203

**Obr. č. 12:** Technické parametry Leica TCR 1203

**Obr. č. 13:** Výstupní formát

**Obr. č. 14:** Načítání a rozvrstvení údajů o bodu v programu Groma 8.0

**Obr. č. 15:** Grafické zpracování v programu MicroStation V7

## **9. Seznam tabulek**

**Tab. 1:** Přehledná tabulka stok a jejich vyústění

**Tab. 2:** Parametre transformačního klíče

**Tab. 3:** Přesnost bodů ŠPS

**Tab. 4:** Přesnost bodů PPBP

**Tab. 5:** Použité nivelační body

## **10. Seznam příloh**

Příloha č. 1. Závazná legislativa a technické předpisy

Příloha č. 2. Protokol určení souřadnic bodů technologií GNSS v S-JTSK

Příloha č. 3. Vytyčovací výkres silniční kanalizace stoky "E" a "E1"

Příloha č. 4. Vytyčovací výkres ISRC (z důvodu velkého rozsahu jsem v analogově formě uvedl jen část výkresu)

Příloha č. 5. Podélný profil silniční kanalizace stoky "E" a "E1"

Příloha č. 6. Geodetický protokol silniční kanalizace stoky E a E1

Příloha č. 7. Geodetický protokol ISRC

Příloha č. 8. Výkres realizované silniční kanalizace stoky E a E1

Příloha č. 9. Výkres realizovaného ISRC